

**ELECTRON BEAM RECORDING APPARATUS AND ELECTRON BEAM RECORDING METHOD**

**Patent number:** JP2003173581

**Publication date:** 2003-06-20

**Inventor:** TSUKUDA MASAHIKO

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

**Classification:**

- international: **G03F7/20; G11B7/26; H01J37/305; H01L21/027; H01J37/09; H01J37/21; G03F7/20; G11B7/26; H01J37/305; H01L21/02; H01J37/02; H01J37/09; (IPC1-7): G11B7/26; G03F7/20; H01J37/09; H01J37/21; H01J37/305; H01L21/027**

- european:

**Application number:** JP20010373681 20011207

**Priority number(s):** JP20010373681 20011207

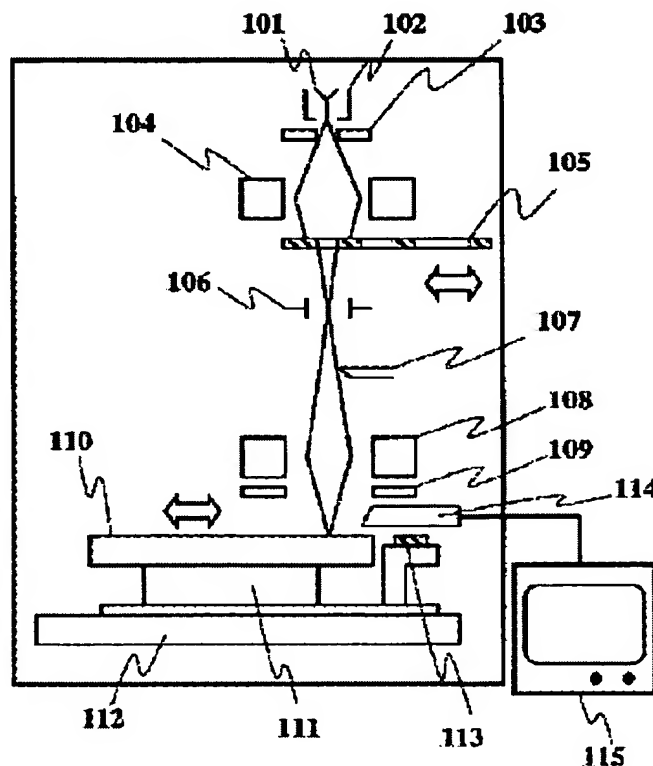
Report a data error here

**Abstract of JP2003173581**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problem that variance occurs in adjusting the focus of an electron beam recording apparatus so that an electron beam is narrowed down on a resist master disk, by irradiating a target with an electron beam, detecting electrons emitted from the target, and looking at the target image, because of the insufficient resolution of the target image on condition of a beam diameter used for recording.

**SOLUTION:** The variance in adjusting the focus is reduced by restricting the opening 105 of the electron beam to be small within an electron optical system, and by improving the resolution of the target image when adjusting the focus.

**COPYRIGHT:** (C)2003,JPO



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-173581  
(P2003-173581A)

(43)公開日 平成15年6月20日(2003.6.20)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テームコード(参考)
G 1 1 B 7/26	5 0 1	G 1 1 B 7/26	5 0 1 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 4	G 0 3 F 7/20	5 0 4 5 C 0 3 3
H 0 1 J 37/09		H 0 1 J 37/09	A 5 C 0 3 4
37/21		37/21	Z 5 D 1 2 1
37/305		37/305	B 5 F 0 5 6
審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-373681(P2001-373681)

(22)出願日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 佃 雅彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

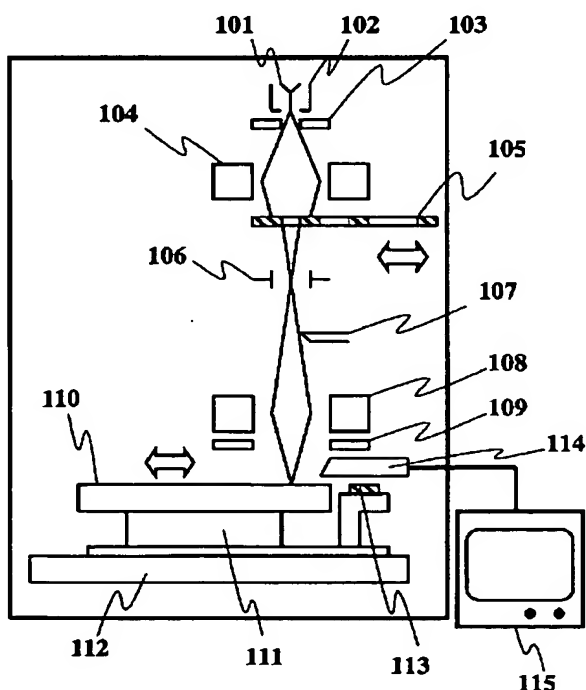
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子線記録装置および電子線記録方法

(57)【要約】

【課題】 電子線記録装置において、電子線をレジスト原盤上に絞り込むように焦点位置調整を行う場合、ターゲットに電子線を照射し、ターゲットから放出される電子を検出し、ターゲット像を見ながら調整するが、記録に用いるビーム径の条件では、ターゲット像の解像度が不足し、焦点調整時にばらつきが発生するという課題があった。

【解決手段】 焦点調整時に、電子光学系内の電子線の開口105を小さく制限し、ターゲット像の解像度を向上させ、焦点調整時のばらつきを減少させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】電子線源と、電子光学系と、前記電子線の開口可変手段と、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移動させる手段とを有する電子線記録装置。

【請求項 2】前記開口可変手段において、記録時に対して、前記電子光学系の焦点位置調整時に、開口を小さくすることを特徴とする請求項 1 記載の電子線記録装置。

【請求項 3】前記開口可変手段が、複数のアパーチャで構成されることを特徴とする請求項 1 記載の電子線記録装置。

【請求項 4】前記アパーチャが、前記電子光学系の焦点位置調整用アパーチャと、少なくとも 1 つ以上の記録用アパーチャから構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の電子線記録装置。

【請求項 5】前記記録用アパーチャに対して、前記焦点位置調整用アパーチャの口径が小さいことを特徴とする請求項 4 記載の電子線記録装置。

【請求項 6】前記開口可変手段が、可変開口アパーチャで構成されることを特徴とする請求項 1 記載の電子線記録装置。

【請求項 7】前記可変開口アパーチャにおいて、記録時に対して、前記電子光学系の焦点位置調整時に、開口を小さくすることを特徴とする請求項 6 記載の電子線記録装置。

【請求項 8】前記開口可変手段が、前記電子光学系内の前記電子線のビーム径が変化していく部分に設けられ、前記電子線の光軸方向に略平行に移動する手段を有するアパーチャで構成されることを特徴とする請求項 1 記載の電子線記録装置。

【請求項 9】前記アパーチャを、記録時に対して、前記電子光学系の焦点位置調整時に、前記電子線のビーム径が大きいところに移動させることを特徴とする請求項 8 記載の電子線記録装置。

【請求項 10】電子線源と、電子光学系と、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移動させる手段と、前記レジスト原盤に対する照射電流量調整手段とを有する電子線記録装置。

【請求項 11】前記照射電流量調整手段において、記録時に対して、前記電子光学系の焦点位置調整時に、照射電流量を少なくすることを特徴とする請求項 10 記載の電子線記録装置。

【請求項 12】前記照射電流量が、記録時に 50 nA 以上であり、前記電子光学系の焦点位置調整時に 20 nA

以下であることを特徴とする請求項 1 記載の電子線記録装置。

【請求項 13】前記検出器が、前記電子線の照射位置を中心に、前記ターゲットの前記電子線入射側のあらゆる方向に放出される電子を検出できるように設けられていることを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれかに記載の電子線記録装置。

【請求項 14】前記検出器が、前記電子線の照射位置を中心に、前記ターゲットの前記電子線入射側のあらゆる方向に放出される電子を検出できるように複数個設けられていることを特徴とする請求項 13 記載の電子線記録装置。

【請求項 15】電子線源と、電子光学系と、前記電子線の開口可変手段と、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移動させる手段とを有する電子線記録装置において、前記ターゲットを前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記開口可変手段で前記電子線の開口を小さく制限する過程と、前記ターゲットに前記電子線を照射し、前記ターゲットの像を前記検出器で検出する過程と、前記ターゲットの像を検出しながら、前記電子光学系の焦点位置を前記ターゲット上に合わせる過程と、前記電子光学系によって前記電子線の非点収差成分を抑制する過程と、前記開口可変手段で前記電子線の開口を記録時に用いる所望の大きさに変更する過程と、前記レジスト原盤を前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記電子線を前記レジスト原盤に照射し、記録する過程からなる電子線記録方法。

【請求項 16】電子線源と、電子光学系と、少なくとも 1 つ以上の記録用アパーチャと、前記電子光学系の焦点位置調整用アパーチャと、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移動させる手段とを有する電子線記録装置において、前記ターゲットを前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記焦点位置調整用アパーチャで前記電子線の開口を制限する過程と、前記ターゲットに前記電子線を照射し、前記ターゲットの像を前記検出器で検出する過程と、前記ターゲットの像を検出しながら、前記電子光学系の焦点位置を前記ターゲット上に合わせる過程と、前記電子光学系によって前記電子線の非点収差成分を抑制する過程と、前記焦点位置調整用アパーチャを所望の口径の前記記録用アパーチャに変更する過程と、前記レジスト原盤を前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記電子線を前記レジスト原盤に照射し、記録する過程からなる電

子線記録方法。

【請求項 17】前記記録用アパーチャに対して、前記焦点位置調整用アパーチャの口径が小さいことを特徴とする請求項 16 記載の電子線記録方法。

【請求項 18】電子線源と、電子光学系と、可変開口アパーチャと、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移動させる手段とを有する電子線記録装置において、前記ターゲットを前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記可変開口アパーチャの開口を小さくする過程と、前記ターゲットに前記電子線を照射し、前記ターゲットの像を前記検出器で検出する過程と、前記ターゲットの像を検出しながら、前記電子光学系の焦点位置を前記ターゲット上に合わせる過程と、前記電子光学系によって前記電子線の非点収差成分を抑制する過程と、前記可変開口アパーチャの口径を記録時に用いる所望の大きさに変更する過程と、前記レジスト原盤を前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記電子線を前記レジスト原盤に照射し、記録する過程からなる電子線記録方法。

【請求項 19】電子線源と、電子光学系と、前記電子光学系内の前記電子線のビーム径が変化していく部分に設けられ、前記電子線の光軸方向に略平行に移動する手段を有するアパーチャと、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移動させる手段とを有する電子線記録装置において、前記ターゲットを前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記アパーチャを記録時に前記レジスト原盤上で所望の前記電子線のビーム径が得られる位置に配置する過程と、前記アパーチャ位置を記録時に対して、前記電子線のビーム径が大きいところに移動させる過程と、前記ターゲットに前記電子線を照射し、前記ターゲットの像を前記検出器で検出する過程と、前記ターゲットの像を検出しながら、前記電子光学系の焦点位置を前記ターゲット上に合わせる過程と、前記電子光学系によって前記電子線の非点収差成分を抑制する過程と、前記アパーチャを記録時の位置に移動する過程と、前記レジスト原盤を前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記電子線を前記レジスト原盤に照射し、記録する過程からなる電子線記録方法。

【請求項 20】電子線源と、電子光学系と、前記電子光学系の焦点位置調整用ターゲットと、前記電子線が前記ターゲットに照射されることによって放出される電子を検出する検出器と、レジスト原盤と、前記レジスト原盤および前記ターゲットと前記電子線の位置を相対的に移

動させる手段と、前記レジスト原盤に対する照射電流量調整手段とを有する電子線記録装置において、前記ターゲットを前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記照射電流量調整手段で照射電流量を少なくする過程と、前記ターゲットに前記電子線を照射し、前記ターゲットの像を前記検出器で検出する過程と、前記ターゲットの像を検出しながら、前記電子光学系の焦点位置を前記ターゲット上に合わせる過程と、前記電子光学系によって前記電子線の非点収差成分を抑制する過程と、前記照射電流量調整手段で記録時に必要な所望の照射電流量に調整する過程と、前記レジスト原盤を前記電子線が照射できる位置に移動させる過程と、前記電子線を前記レジスト原盤に照射し、記録する過程からなる電子線記録方法。

【請求項 21】前記照射電流量が、記録時に 50 nA 以上であり、前記電子光学系の焦点位置調整時に 20 nA 以下であることを特徴とする請求項 20 記載の電子線記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子線を使用した記録方法、および記録装置に関し、特に高密度光ディスク製造方法、および高密度光ディスク製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に、光ディスクの情報ビットなどの微細パターンは、レジストが塗布された原盤を露光し、現像することによって製造される。レーザビームを使用したレーザ露光記録装置や、電子線を使用した電子線記録装置などが代表的な記録装置である。そのうち、電子線を使用した電子線記録装置の一例を図 2 に示す。

【0003】電流を流すことで電子を放出するフィラメント 201、放出された電子を閉じ込める電極 202、電極 202 に設けられたピンホールから電子線を引き出し、加速する電極 203 から構成されている電子線源が設置されており、放出された電子線をレジスト原盤 210 上に絞り込み、情報信号に応じてレジスト原盤上に情報パターンを記録するための電子光学系が次に設けられている。

【0004】電子光学系は次のような構造からなる。電子線を収束させるレンズ 204、情報信号に応じて電子線の方向を遮蔽版 207 側に曲げる電極 206、レジスト原盤 210 上に電子線を収束させるレンズ 208、電子線の収差成分を補正する補正電極 209 からなり、電子線はレジスト原盤 210 上に絞り込まれる。また、記録時にレジスト原盤 210 上に絞り込まれる電子線のビーム径を決定するアパーチャ 205 が、レンズ 204 と電極 206 の間に設けられている。

【0005】記録されるレジスト原盤 210、レジスト原盤 210 を回転させるターンテーブル 211、ターン

テーブルを原盤の径方向にスライドさせるスライド 212、レジスト原盤 210 上に電子線が焦点を結ぶようにレンズ 204、レンズ 208、および補正電極 209 の調整を行うための目標となるターゲット 213、ターゲット 213 に電子線が照射された時に放出される電子を検出する検出器 214、検出器 214 で検出された電子像を表示させるモニタ 215 から構成されている。検出器 214 は、図 12 に示すような構造となっており、ターゲット 1204 表面から、検出器 1202 周辺に放出される電子を収集することができる。

【0006】ターゲットは金や銅、或いはタングステンなどの金属材料で構成されており、網状になっていたり、また、表面に凹凸を構成されていたりして、像をモニタした時に、像がずれていないかどうか判断できるようにしている。

【0007】レジスト原盤 210 上に電子線を用いて微細パターンを形成するためには、電子線をレジスト原盤 210 上に所望のビーム径となるように絞り込む必要がある。アパーチャ 205 は、一枚の平板上に少なくとも 1 つ以上の大きさの異なる穴が開けられており、アパーチャ平板を平行移動させ、所望の口径のものを選択することによって、レジスト原盤上に絞り込む電子ビーム径を決定する。アパーチャ径を小さくする程、レジスト原盤上に絞り込まれる電子ビーム径は小さくなる。

【0008】レジスト原盤上に電子線を絞り込む場合、次のように調整される。記録するパターンに応じて、所望の電子ビーム径を得るために、最適なアパーチャ径を選択する。その後、焦点位置調整用ターゲット 213 を電子線が照射できる位置に移動させる。ターゲットは、ターンテーブルと共にスライド 212 上に設置され、スライドによって電子線が照射できる位置まで移動できる。また、ターゲット表面はレジスト原盤表面と高さが一致しており、ターゲット表面で電子線が焦点を結べば、レジスト原盤上でも焦点を結ぶようになる。電子線をターゲットに照射し、ターゲットから放出される一次電子や、二次電子を検出器 214 で検出する。

【0009】検出した信号からターゲット像をモニタ上に映し出す。電子線がターゲット上で絞り込まれていないとモニタ上に現れる像がぼけた像となるため、レンズ 204、およびレンズ 208 の焦点位置を調整し、像が最も明瞭に見えるように調整する。また、電子線が非点収差成分を有していた場合も、モニタ上に映し出されたターゲット像が歪むため、モニタ上の像が最も明瞭となるように補正電極 209 を調整する。全てのレンズ、補正電極を調整し、ターゲット像が最も明瞭となるようにした後、レジスト原盤を電子線が照射できる位置まで移動させ、記録を行う。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の電子線記録装置では、レジスト原盤上に電子線を絞り込むために、電子

光学系の焦点位置、および収差補正電極を調整する場合、実際に記録に用いる口径のアパーチャを使用し、ターゲット像をモニタしていた。しかし、記録に用いる条件での電子ビーム径は、ターゲット像を明瞭にモニタするためには、解像度が不十分であることが多い。例えば、記録密度 20GB 以上の高密度光ディスクのビットなどを記録する場合においては、記録する最小パターンで 0.1  $\mu\text{m}$  程度の長さ、或いは幅のビットを形成することになるが、0.1  $\mu\text{m}$  のビットを形成するためには、レジスト原盤上で 0.1  $\mu\text{m}$  近傍の半値幅を持つ電子ビーム径を構成しなければならない。つまり、焦点位置調整、或いは収差補正を行う場合においても、同じアパーチャを用いる限り、ターゲット上に絞り込んだ電子ビーム径が 0.1  $\mu\text{m}$  程度にしかならない。また、原盤上に絞り込まれる電子線の焦点深度は数  $\mu\text{m}$  程度の値となるため、モニタされるターゲット像の分解能が 0.1  $\mu\text{m}$  程度では、焦点位置調整精度が不十分であり、焦点位置がずれる可能性が生じる。また、記録毎の再現性を考慮した場合においても、焦点位置調整、或いは収差調整でばらつきが生じるおそれがある。

【0011】また、より微細なパターンを記録する場合においては、記録に用いるアパーチャを小さくし、電子ビーム径をより小さく構成するが、アパーチャの口径が小さくなることによって、ターゲットに照射される電子線の量が少なくなり、検出されるターゲット像が暗くなり、焦点位置調整、或いは収差調整でばらつきが生じる可能性がある。

【0012】本発明は、従来の課題に鑑み、レジスト原盤上に電子線を絞り込むために、ターゲット像をモニタし、レンズの焦点位置調整、および収差補正を行う時に、モニタ上に表れるターゲット像の解像度を向上させ、焦点位置、或いは収差補正のばらつきを抑えることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、電子線の開口を可変させる手段を設け、焦点調整、或いは収差補正時に用いる開口を、記録に使用する口径の開口と別に設け、焦点調整、収差補正を行う時に焦点調整用の小さな口径に切り替えることによってターゲット上に絞り込まれるビーム径を小さくし、モニタ上に表れるターゲット像の解像度を向上させ、焦点調整精度、収差補正精度を向上させることを可能とした。

【0014】また、焦点調整時に小さな口径を使用することによって、ターゲットに照射される電子線量が少なくなることによって、像が暗くなる可能性があるため、検出器を複数個設置することによって、ターゲットから放出される電子を効率よく収集し、ターゲット像が明瞭に確認できるようにした。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について説明する。

【0016】（実施の形態1）図1に本発明の実施の形態1における電子線記録装置の一例を示す。電流を流すことで電子を放出するフィラメント101、フィラメントから放出される電子を負電圧によって閉じ込め、一方向に取り出すための電極102、電極102に設けられたピンホールから電子線を引き出し、加速する電極103から構成されている電子線源が設置されており、放出された電子線をレジスト原盤110上に絞り込み、情報信号に応じてレジスト原盤上に情報パターンを記録するための電子光学系が次に設けられている。

【0017】電子光学系は次のような構造からなる。印加電圧に応じて任意の位置に電子線を絞り込むことができる静電レンズ104、電子線の開口を制限し、絞り込まれた電子線のビーム径を決定するアパーチャ105、情報信号に応じて電子線を遮蔽板107側に曲げる電極106、印加電圧に応じて任意の位置に電子線を絞り込むことができる静電レンズ108、電子線の収差成分を補正する電極109からなり、電子線はレジスト原盤110上に絞り込まれる。そして、レジスト原盤110を回転させるターンテーブル111、ターンテーブルを原盤の径方向にスライドさせるスライダ112、電子線をレジスト原盤110上に絞り込むための焦点調整用ターゲット113、ターゲットに電子線を照射した時に放出される電子を検出する検出器114、検出器114で検出されたターゲット像を表示させるモニタ115からなる。

【0018】電子線記録装置の各部は次に示すように動作する。フィラメント101に電流を流すことによって放出される電子は、電極102に印加された負電圧によって閉じ込められ、電極102と電極103との電位差によって、電極102に空けられた小さい穴から必要量だけ取り出され、加速される。加速された電子線は、静電レンズ104によって、電極106の中心位置に向かって絞り込まれる。アパーチャによって電子線の外縁部を遮蔽された電子線がレンズによって絞り込まれた時のビーム径は、アパーチャ径の大きさに応じて決定される。小さい口径のアパーチャを使用する程小さなビーム径が得られることになる。

【0019】アパーチャ105は、静電レンズ104と電極106の間に設けられている。アパーチャ105は、図3に示すように、記録するパターンに応じて所望のビーム径を選択できるように、複数の口径の穴をもった平板からなり、平板を平行移動させることで、所望の穴径が選択できるように構成されている。電極106では、情報信号に応じて電子線を遮蔽板107側に曲げるように電圧が印加され、電子線をレジスト原盤に照射するか、しないかを選択するように構成されている。電子線は静電レンズ108によって、レジスト原盤上で焦点

を結ぶように絞り込まれ、電極109によって、収差成分が補正される。

【0020】レジスト原盤110を電子線で記録する場合、レジスト原盤表面で電子線が最も絞り込まれるように調整する必要がある。焦点位置調整および記録は次のようにして行われる。

【0021】まず、焦点調整用ターゲット113をスライダ112によって、電子線が照射される位置まで移動させる。その後、電子線をターゲット113に照射すると、電子線が照射されたターゲット表面から、一次電子や二次電子が放出される。放出した電子を検出器114で収集することで、モニタ115上にターゲット形状が映し出される。ターゲットは金や銅、或いはタングステンなどの金属材料で構成されており、網状になっていたり、表面に凹凸が構成されていたりして、像をモニタ115で観察した時に、像がずれていないかどうか判断できるようになっている。

【0022】ターゲットの像が歪みなく、最も明瞭に見えるのであれば、電子光学系はターゲット表面で焦点を結んでいることになり、ターゲット113表面の高さが実際に記録されるレジスト原盤110表面と同じ高さに調整されていれば、レジスト原盤上で焦点を結んでいることとなる。そのため、ターゲット像をモニタしながら、像が歪みなく、最も明瞭に見えるように、静電レンズ104、108、および収差補正電極109に印加する電圧の調整を行う。その後、スライダ112によって、レジスト原盤110を電子線が照射できる位置まで移動させ、記録を行う。

【0023】このように焦点位置調整は、ターゲットの像をモニタしながら調整するため、ターゲット像の分解能、解像度によって焦点位置調整精度は大きく左右され、ターゲット像の分解能、解像度が向上すれば、その分調整精度も向上する。ターゲット像の分解能、解像度を向上させるためには、ターゲット上に絞り込まれる電子線のビーム径をより小さくすれば良い。絞り込まれた電子線のビーム径を小さくするためには、電子光学系内で、より小径のアパーチャなどで、電子線の開口を制限すれば良い。

【0024】高密度光ディスクや、ハードディスクなどのパターンを記録する場合、記録に用いるアパーチャ径は、一般的に200 $\mu$ mから500 $\mu$ m程度のものが用いられ、記録するパターンに応じてその口径は決定される。例えば、直径120mmのCDやDVDと同じ大きさで、BSデジタル放送と2時間記録するためには、20GB以上の容量が必要となるが、記録容量20GB以上の光ディスクを記録する場合、トラックピッチはDVDの半分以下に設定する必要がある。例えば、トラックピッチを0.32 $\mu$ mとした場合、全面記録時間は、実用上8時間程度が限度であるため、記録線速は1.0m/s以上が必要となる。一般的に、電子線記録に使用さ

れるレジスト材料の感度は  $50 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  程度であることから、ビット長  $0.1 \mu\text{m}$ 、ビット幅  $0.1 \mu\text{m}$  のビットパターンを記録線速  $1.0 \text{m/s}$  で記録すると、レジスト原盤に照射される電流量は、最低でも  $50 \text{nA}$  以上が必要となる。そのため、記録に使用するアパーチャの口径は、レジスト感度と、必要な照射電流量を考慮して決定される。

【0025】本発明の実施の形態1では、図3に示すように、アパーチャは大きさの異なる口径を3つ設け、そのうち2つを記録用に使い、1つを焦点調整用として用いる構成にしている。記録に用いる口径は  $250 \mu\text{m}$  と  $350 \mu\text{m}$  に設定した。図7に本発明の電子線記録装置において設定したアパーチャ径と、レジスト原盤上に絞り込まれるビーム径との関係を示す。アパーチャ径  $250 \mu\text{m}$  の時、ビーム径は直径約  $100 \text{nm}$  となり、アパーチャ径  $350 \mu\text{m}$  の時、ビーム径は約  $120 \text{nm}$  となった。また、図13にアパーチャ径と照射電流量の関係を示す。照射電流量は、アパーチャ径  $250 \mu\text{m}$  の時約  $70 \text{nA}$ 、アパーチャ径  $350 \mu\text{m}$  の時約  $120 \text{nA}$  となり、実用上記録に必要な照射電流量が得られている。また、このアパーチャ径を使用すると、焦点深度は約  $5 \mu\text{m}$  程度であった。

【0026】しかし、記録用アパーチャを使用すると、焦点深度が  $5 \mu\text{m}$  程度となるため、焦点調整時に少なくとも  $5 \mu\text{m}$  のターゲット像が明瞭に観察できなければ、焦点調整精度は不十分であるといえる。 $5 \mu\text{m}$  のターゲット像を十分分解するためには、少なくとも  $1/100$  程度のビーム径を設定する必要がある。この記録用アパーチャではビーム径は約  $100 \text{nm}$  であるため、焦点調整精度は不十分である。

【0027】そこで、本発明の実施の形態1では、図3に示すように焦点調整用アパーチャを設けた。焦点調整用アパーチャ径は  $100 \mu\text{m}$  に設定し、焦点深度  $5 \mu\text{m}$  の  $1/100$  の  $50 \text{nm}$  ビーム径が得られるようにした。照射電流量は約  $20 \text{nA}$  であった。この状態では、レジスト原盤に対する照射電流量が少なすぎるため、実際の記録には使用できないが、焦点位置調整時のターゲット像の分解能、解像度は明らかに向上し、焦点位置調整は容易となった。

【0028】また、焦点位置調整用アパーチャを用いてターゲット像が最も明瞭に観察できるように電子光学系の調整をした後、記録用アパーチャに切り替えても、焦点位置は変化しないため、焦点調整用アパーチャで調整だけを行い、実際の記録は記録用アパーチャで行うことで、焦点位置のばらつきを抑えることができた。

【0029】なお、本発明の実施の形態1では、レンズとして静電レンズを使用した。電磁レンズなど、電子線を収束させる効果をもつものであれば、どのようなものでも良い。また、電子光学系についても同様で、電子線源から放出される電子をレジスト原盤上に収束させる

手段であれば、どのような構造でも良い。アパーチャの配置に関しても電子光学系内の電子ビームの開口を制限できれば、どの位置に配置しても同様の効果が得られる。

【0030】また、本発明の実施の形態1では、電子線の開口を制限する手段として、異なる口径のアパーチャを切り替えることで行ったが、図8に示すように円形に周囲から板801を押し出して、穴径802を自由に可変できるアパーチャを用いて電子線の開口を制限する方法を用いても同様の効果が得られる。

【0031】また、図1に示すアパーチャ105を一定口径とし、図9に示すように、電子光学系内で、電子線のビーム径が変化していく位置、つまりレンズなどでビームが絞れて行くところや、絞れた後ビームが広がっていくところに配置し、アパーチャ位置を電子線の光軸方向に略平行に移動させることによって、電子線の開口の制限量を可変させる方法、例えば位置903から位置902へ移動させることで、一定口径アパーチャでありながら、電子線の開口を小さく制限する方法などを使用しても同様の効果が得られる。

【0032】（実施の形態2）図4に本発明の実施の形態2における電子線記録装置の一例を示す。電流を流すことで電子を放出するフィラメント401、フィラメントから放出される電子を負電圧によって閉じ込め、一方向に取り出すための電極402、電極402に設けられたピンホールから電子線を引き出し、加速する電極403から構成されている電子線源が設置されており、放出された電子線をレジスト原盤410上に絞り込み、情報信号に応じてレジスト原盤上に情報パターンを記録するための電子光学系が次に設けられている。

【0033】電子光学系は次のような構造からなる。印加電圧に応じて任意の位置に電子線を絞り込むことができる静電レンズ404、電子線の開口を制限し、絞り込まれた電子線のビーム径を決定するアパーチャ405、情報信号に応じて電子線を遮蔽板407側に曲げる電極406、印加電圧に応じて任意の位置に電子線を絞り込むことができる静電レンズ408、電子線の収差成分を補正する電極409からなり、電子線はレジスト原盤410上に絞り込まれる。そして、レジスト原盤410を回転させるターンテーブル411、ターンテーブルを原盤の径方向にスライドさせるスライダ412、電子線をレジスト原盤410上に絞り込むための焦点調整用ターゲット413、ターゲットに電子線を照射した時に放出される電子を検出する検出器414、検出器414で検出されたターゲット像を表示させるモニタ415からなる。

【0034】電子線記録装置の各部は次に示すように動作する。フィラメント401に電流を流すことによって放出される電子は、電極402に印加された負電圧によって閉じ込められ、電極402と電極403との電位差



によって、電極402に空けられた小さい穴から必要量だけ取り出され、加速される。加速された電子線は、静電レンズ404によって、電極406の中心位置に向かって絞り込まれる。アパーチャによって電子線の外縁部を遮蔽された電子線がレンズによって絞り込まれた時のビーム径は、アパーチャ径の大きさに応じて決定される。小さい口径のアパーチャを使用する程小さなビーム径が得られることになる。

【0035】アパーチャ405は、静電レンズ404と電極406の間に設けられている。アパーチャ405は、図5に示すように、記録するパターンに応じて所望のビーム径を選択できるように、複数の口径の穴をもった平板からなり、平板を平行移動させることで、所望の穴径が選択できるように構成されている。電極406では、情報信号に応じて電子線を遮蔽版407側に曲げるように電圧が印加され、電子線をレジスト原盤に照射するか、しないかを選択するように構成されている。電子線は静電レンズ408によって、レジスト原盤上で焦点を結ぶように絞り込まれ、電極409によって、収差成分が補正される。

【0036】レジスト原盤410を電子線で記録する場合、レジスト原盤表面で電子線が最も絞り込まれるように調整する必要がある。焦点位置調整および記録は次のようにして行われる。

【0037】まず、焦点調整用ターゲット413をスライダ412によって、電子線が照射される位置まで移動させる。その後、電子線をターゲット413に照射すると、電子線が照射されたターゲット表面から、一次電子や二次電子が放出される。放出した電子を検出器414で収集することで、モニタ415上にターゲット形状が映し出される。ターゲットは金や銅、或いはタングステンなどの金属材料で構成されており、網状になっていたり、表面に凹凸が構成されていたりして、像をモニタ415で観察した時に、像がずれていないかどうか判断できるようになっている。

【0038】ターゲットの像が歪みなく、最も明瞭に見えていれば、電子光学系はターゲット表面で焦点を結んでいることになり、ターゲット413表面の高さが実際に記録されるレジスト原盤410表面と同じ高さに調整されていれば、レジスト原盤上で焦点を結んでいることとなる。そのため、ターゲット像をモニタしながら、像が歪みなく、最も明瞭に見えるように、静電レンズ404、408、および収差補正電極409に印加する電圧の調整を行う。その後、スライダ412によって、レジスト原盤410を電子線が照射できる位置まで移動させ、記録を行う。

【0039】このように焦点位置調整は、ターゲットの像をモニタしながら調整するため、ターゲット像の分解能、解像度によって焦点位置調整精度は大きく左右され、ターゲット像の分解能、解像度が向上すれば、その

分調整精度も向上する。ターゲット像の分解能、解像度を向上させるためには、ターゲット上に絞り込まれる電子線のビーム径をより小さくすれば良い。絞り込まれた電子線のビーム径を小さくするためには、電子光学系内で、より小径のアパーチャなどで、電子線の開口を制限すれば良い。

【0040】実施の形態1と同様に、記録用のアパーチャ径を250 $\mu$ m、350 $\mu$ mとし、焦点位置調整用アパーチャを100 $\mu$ mとすると、焦点位置調整時のターゲット上での電子ビーム径は約50nmとなり、焦点深度の約1/100のビーム径が得られた。しかし、焦点位置調整時は、100 $\mu$ mのアパーチャで電子線の開口を制限しているため、ターゲットに照射される電流量は、約20nAまで減少している。そのため、ターゲットから放出される一次電子や二次電子の量は、照射電流量の減少に伴い、減少している。そのため、モニタ415上に映し出されるターゲット像は、明瞭には見えていないが、検出される電子量の減少分だけ輝度が低下してしまう。

【0041】そこで実施の形態2では、ターゲットから放出される電子を効率よく収集するため、図6に示すように、電子線照射位置を中心に、検出器がターゲット表面上を覆うような構造にした。それによって、あらゆる方向に放出される電子線を効率よく収集できるようにした。ここでは、従来の検出器に対して検出部の面積比で、約10倍の検出器を準備した。その結果、従来の検出器に対して、S/N比を劣化させることなく、モニタの輝度が約2倍向上した。

【0042】また、検出器の構造は図6に示す構造に限らず、例えば従来型の検出器を図10に示すように電子線照射位置1001の周囲を取り囲むように複数個設置する構造や、また検出器の配置を図11に示すように複数段に配置する方法などが考えられ、ターゲットから放出される電子を検出する検出部の面積が大きくなり、電子線が効率よく収集できれば、検出器の構造はどのような形状のものでも同様の発明の効果が得られる。

【0043】なお、実施の形態2では、レンズとして静電レンズを使用した。が、電磁レンズなど、電子線を収束させる効果をもつものであれば、どのようなものでも良い。また、電子光学系についても同様で、電子線源から放出される電子をレジスト原盤上に収束させる手段であれば、どのような構造でも良い。アパーチャの配置に関しても電子光学系内の電子ビームの開口を制限できれば、どの位置に配置しても同様の効果が得られる。

【0044】また、実施の形態2では、電子線の開口を制限する手段として、異なる口径のアパーチャを切り替えることで行ったが、口径を自由に可変できるアパーチャを用いて電子線の開口を制限する方法や、電子光学系内で、電子線のビーム径が変化していく位置、つまりレンズなどでビームが絞れて行くところや、絞れた後ビー



ムが広がっていくところに、一定口径のアパーチャを配置し、アパーチャ位置を電子線に沿って移動させることによって、電子線の開口の制限量を可変させる方法などを使用しても同様の効果が得られる。

#### 【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、電子線記録装置において、電子線をレジスト原盤上に絞り込む電子光学系内に設けられた複数の口径をもつアパーチャの内、記録に使用するアパーチャ径に対して小さいアパーチャ径を焦点調整用に使用し、また、ターゲット像をモニタする検出器を複数個設け、ターゲット像を明瞭に観察することで、焦点調整精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子線記録装置の実施の形態1を示す模式図

【図2】従来の電子線記録装置の一例を示す模式図

【図3】本発明の実施の形態1のアパーチャの構造を示す模式図

【図4】本発明の電子線記録装置の実施の形態2を示す模式図

【図5】本発明の実施の形態2のアパーチャの構造を示す模式図

【図6】本発明の実施の形態2の検出器の構造の一例を示す模式図

(a) ターゲット上方からみた検出器配置図

(b) 横方向からみた検出器配置図

【図7】アパーチャ径とレジスト原盤上に絞り込まれるビーム径との関係を示すグラフ

【図8】可変開口アパーチャの構造を示す模式図

【図9】アパーチャ配置位置の一例を説明する模式図

【図10】本発明の実施の形態2の検出器の構造の一例を示す模式図

(a) ターゲット上方からみた検出器配置図

(b) 横方向からみた検出器配置図

【図11】本発明の実施の形態2の検出器の構造の一例を示す模式図

(a) ターゲット上方からみた検出器配置図

(b) 横方向からみた検出器配置図

【図12】従来の電子線記録装置の検出器の構造を示す模式図

【図13】アパーチャ径と照射電流量との関係を示すグラフ

#### 【符号の説明】

101 フィラメント

102 電子を閉じ込める電極

103 加速電極

104 静電レンズ

105 アパーチャ

106 情報信号に応じて電子線を曲げる電極

107 遮蔽板

108 静電レンズ

109 収差補正電極

110 レジスト原盤

111 ターンテーブル

112 スライダ

113 焦点調整用ターゲット

114 検出器

115 モニタ

10 201 フィラメント

202 電子を閉じ込める電極

203 加速電極

204 レンズ

205 アパーチャ

206 情報信号に応じて電子線を曲げる電極

207 遮蔽板

208 レンズ

209 収差補正電極

210 レジスト原盤

20 211 ターンテーブル

212 スライダ

213 焦点調整用ターゲット

214 検出器

215 モニタ

301 記録用アパーチャ

302 焦点調整用アパーチャ

401 フィラメント

402 電子を閉じ込める電極

403 加速電極

30 404 静電レンズ

405 アパーチャ

406 情報信号に応じて電子線を曲げる電極

407 遮蔽板

408 静電レンズ

409 収差補正電極

410 レジスト原盤

411 ターンテーブル

412 スライダ

413 焦点調整用ターゲット

414 検出器

415 モニタ

501 記録用アパーチャ

502 焦点調整用アパーチャ

601 電子線照射位置

602 検出器

603 電子光学系先端

604 電子線

605 ターゲット

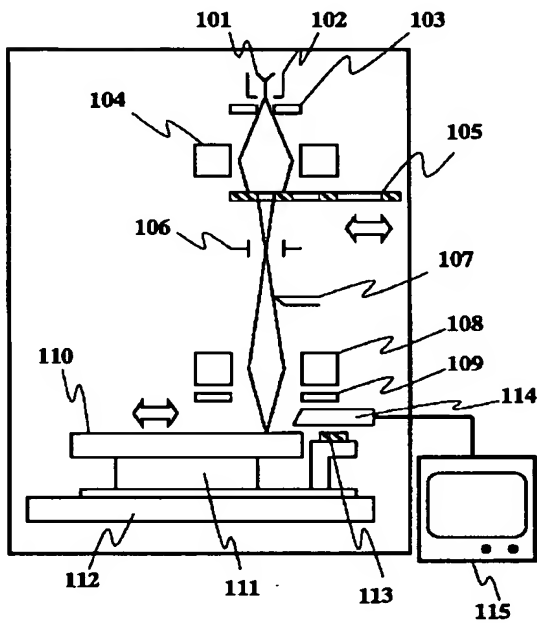
801 可変開口アパーチャの遮蔽版

50 802 可変開口アパーチャの穴

15

- 901 静電レンズ  
 902 電子ビーム径が大きい位置に移動したアパーチャ  
 ヤ  
 903 電子ビーム径が小さい位置に移動したアパーチャ  
 ヤ  
 1001 電子線照射位置  
 1002 検出器  
 1003 電子光学系先端  
 1004 電子線  
 1005 ターゲット

【図1】

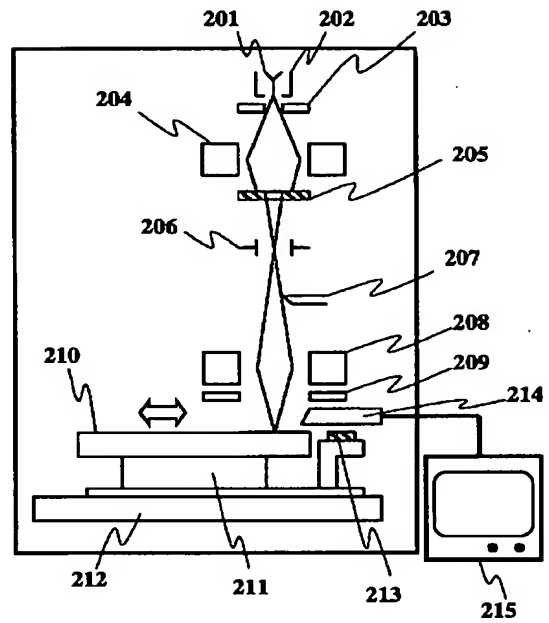


16

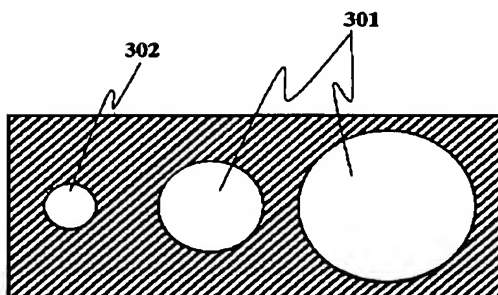
- 1101 電子線照射位置  
 1102 検出器  
 1103 電子光学系先端  
 1104 電子線  
 1105 ターゲット  
 1201 電子光学系先端  
 1202 検出器  
 1203 電子線  
 1204 ターゲット

10

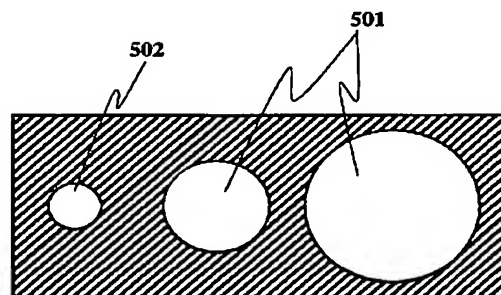
【図2】



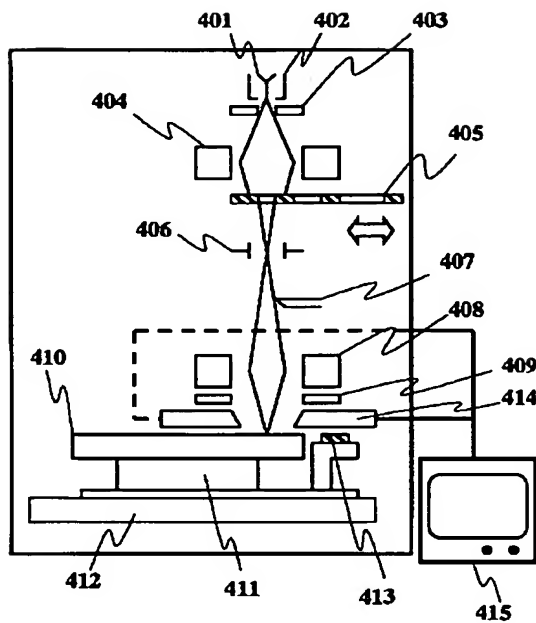
【図3】



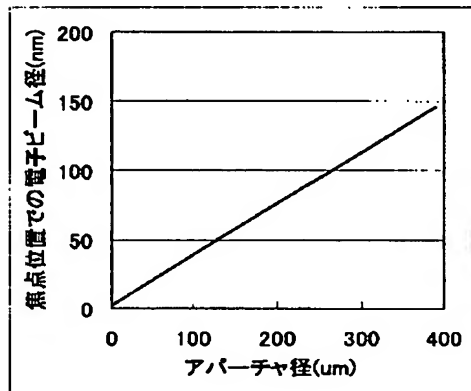
【図5】



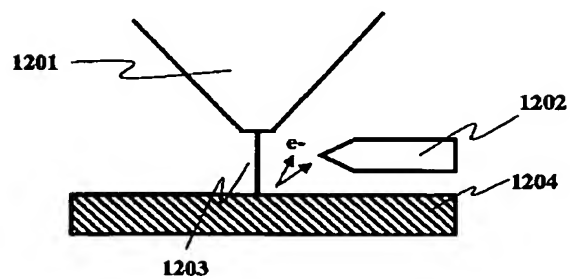
【図 4】



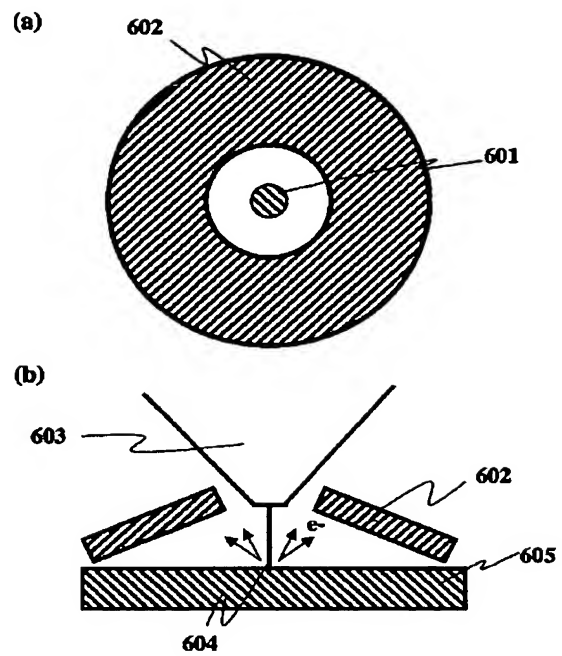
【図 7】



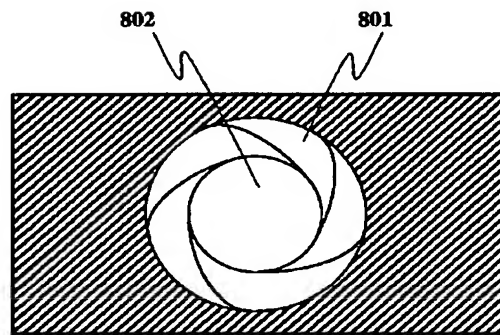
【図 12】



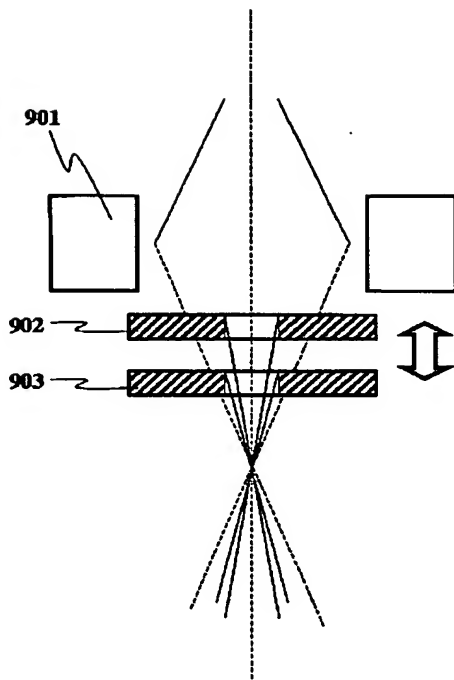
【図 6】



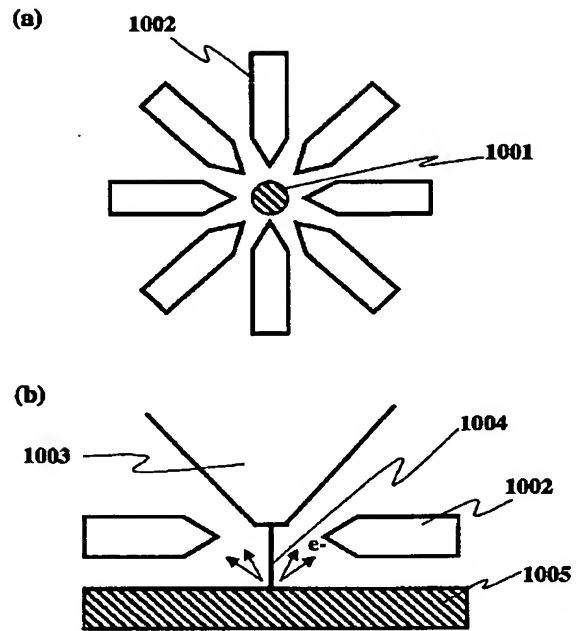
【図 8】



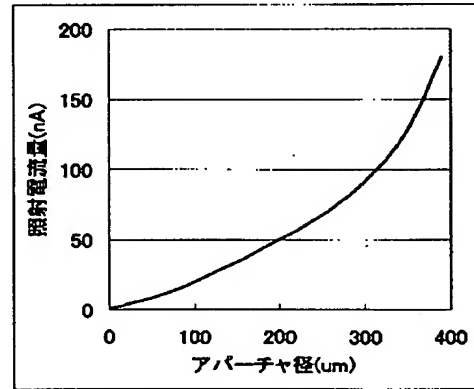
【図9】



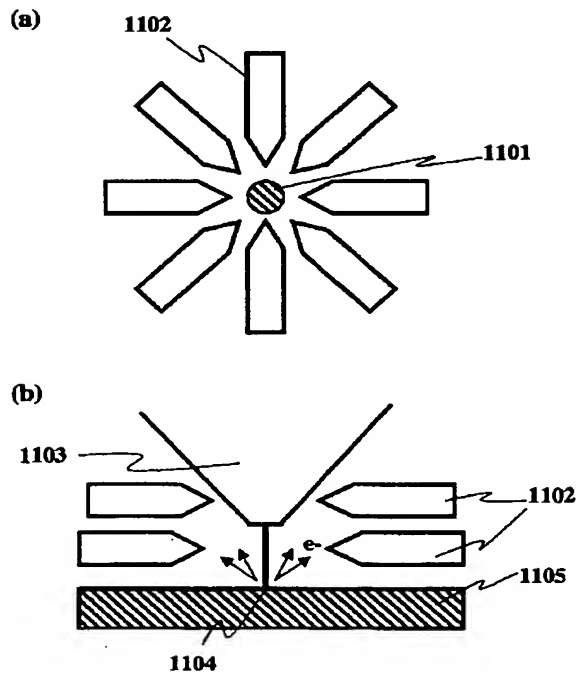
【図10】



【図13】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード (参考)
H O I L 21/027		H O I L 21/30	5 4 1 F

F ターム (参考) 2H097 AA03 AB07 BA01 BB10 CA16  
 FA03 LA16  
 5C033 BB02 MM01  
 5C034 BB05 BB06 BB08  
 5D121 BB01 BB21 BB26 BB38  
 5F056 AA02 BB01 CB32 EA04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**